貯藏溫度對採收後‘新雪’梨果皮黑變及果肉品質之影響

郭純德[1] 尤進欽[1] 張致盛[2]
國立宜蘭大學園藝學系副教授(通訊作者)及助理教授[1]，
行政院農業委員會台中區農業改良場副研究員兼作物改良課長[2]

摘 要

梨山地區的雪梨採收後，貯藏在 1℃及 5℃下 30 週，其腐爛率低，都在 5%以下；在 9℃下，腐爛率增加爲 13%；而 13℃者，則大幅增加至 35%以上。至於失重率，1℃者約 7%，在 5 及 9℃均爲 11%，而 13℃者高達 24%。貯藏溫度愈高，貯藏期間愈長，腐爛及失重情形愈加明顯。雪梨果實在採收後及貯藏之初，其果皮完全正常。但低溫(1、5 及 9℃)貯藏 2 至 6 週後，果皮即呈現不規則形狀黑色斑點及區塊，中央色澤較深，果皮黑變面積會隨著低溫期間的延長而擴展增大。雪梨在 1、5、9、13℃貯藏室中 30 週，就果皮黑變的果實數百分比、以及表皮黑變面積百分比而言，以 1℃最嚴重，5℃和 9℃次之，13℃更少。低溫貯藏導致梨果表皮產生黑變斑塊的特徵，此結果應爲低溫造成的寒害。同時雪梨貯藏期間，1℃者失重最少、而黑變果實數百分比及黑斑面積最多，而 13℃者失重最多，但是其黑變果實數百分比及黑斑面積卻是最少。果實的失重似乎與果皮的黑變斑塊發生，應無直接密切關係。在冷藏室(1、5、9、13℃)中的雪梨果實，經過 14 週貯藏，其果肉品質之硬度，隨著貯藏期間之增加而逐漸遞減，並且隨著貯藏溫度之提高，果肉硬度降低得更快、更多。果肉糖度的變化，隨著貯藏期間之增加而逐漸遞減。同時，果肉糖度也隨著貯藏溫度之提高，而有降低之趨勢。

關鍵字：果皮黑變、表皮燙斑、生理障礙、寒害、日本梨、‘新雪’梨、果實品質、貯藏溫度

前 言

梨是薔薇科(Rosaceae)、梨屬(Pyrus)植物，同屬內已知有 35 種，野生分佈在歐、亞及非洲等地(李, 1980)。梨因栽培歷史悠久超過 3000 餘年，由自然及人爲所產生之品種特多，概可分爲四類，即西洋梨(*Pyrus communis* L.)，秋子梨(*P. ussuriensis* Maxim.)，白梨(*P. Bretschneideri* Rehd.)及砂梨(*P. serotina* Rehd.) (朱, 1966)。不過，一般栽培者只將梨分爲東方梨(oriental pear)及西洋梨(common pear)两大類(李, 1980)。東方梨又稱爲亞洲梨(Asia pear)，採收時即可食用，其果肉脆而多汁甜美，不用像西洋梨，需經過後熟之後、變軟才食用，所以其糖度及脆、硬度成爲主要果肉品質指標。主要分佈在中國及日本的亞洲梨，在採收及貯藏後，其果實之質地(texture)並不會明顯地改變(Mitcham and Mitchell, 2002)。至於日本梨(*P. pyrifolia* Nakai)，則與中國南方之砂梨爲同一系統，並經品種改良育成 (林等, 1991)。

‘新雪’(‘Shinsetsu’) 梨，在台灣通稱爲雪梨，係日本梨(Japanese pear)晚生品系之一，爲‘今村秋’(‘Imamura aki’)與‘晚三吉’(‘Oku san kichi’)之雜交後代品種 (黑上, 1967; 侯,2002)。台灣的雪梨乃數年前由果農自日本引進，主要栽培在梨山地區，由於果實碩大果肉甜美多汁，具高經濟價值，且具晚熟特性而適於作爲農曆新年之應景水果禮品，成爲台灣新興而且重要的溫帶梨品種。

然而，採收後雪梨在低溫貯藏過程中(1℃、2 週以上)，其果皮經常明顯發生不規則狀之黑色斑點及斑塊(王, 1999)，類似蘋果及西洋梨果實的表皮燙傷 (superficial scald)現象

註：本研究承行政院農業委員會農糧署之經費補助(93 農科-1.1.2-糧-Z1)，特表謝忱。This study was supported by a grant from Agriculture and Food Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R.O.C. (93AS-1.1.2.-FD-Z1).

(Ingle, 2002)，嚴重影響果品外觀及消費者購買意願，進而影響果農收益，亟待協助解決。台大園藝系初步重要結果得知：1、梨果皮黑變應爲果實表皮組織之生理障礙(physiological disorder)，而非由病原菌引起之病害(王, 1999)；2、由於此果皮黑變只發生在 0~3℃，5℃以上之溫度並未發生，故推測應爲低溫引起之寒害(chilling injury) (侯, 2002)。惟這二年來，梨山倉儲的雪梨果皮黑變(fruit skin blackening)問題日益嚴重，發生原因未明確闡明，且尚無有效的解決方法，值得持續探究。

材料與方法

試驗用‘新雪’梨果實，係以一般成熟度大 8 粒規格(平均每果重 650±50 公克)之大小的果實爲材料。由梨山地區黃姓果農專車於 92 年 12 月 20 日夜間親自送達宜蘭大學園藝系第一實驗室。梨果實計 24 箱，每箱單層保麗龍果盤 8 粒包裝，共計 192 粒，每果逐粒經稱重、逢機編號入庫冷藏，進行各項試驗。

一、貯藏溫度對‘新雪’梨果實腐爛率及失重率之影響

將梨果樣品貯藏於 1、5、9、13℃控溫室內 30 週，每 2 週調查其果實之腐爛率及失重率。腐爛果，係指果實出現明顯病原菌爲害之徵狀，以及或是具有惡臭異味，而不具商品販售價值者。腐爛率(%)＝貯藏後之腐爛果實數 / 入庫時梨果樣本數 × 100%。失重率，(%)＝貯藏前梨果鮮重－貯藏後梨果鮮重 / 貯藏前梨果鮮重 × 100%。每一貯藏溫度(1、5、9、13℃)處理三箱梨果實，每箱 8 個，計 24 個果實。

二、貯藏溫度對‘新雪’梨果皮黑變之影響

梨果樣品來源同上述，在每 2 週調查果實腐爛率及失重率的同時，也每 2 週調查梨果實表皮黑變情形。果皮黑變調查分二部分，其一爲發生果皮黑變的果實數之百分比，另一爲黑變果皮之黑變面積百分比。每一貯藏溫度(1、5、9、13℃)處理三箱梨果實，每箱 8 個，計 24 個果實。

梨果表皮黑變的認定，是以果皮黑變面積超過伍角硬幣大小(3%)，已嚴重影響商品價值者，確認爲果皮黑變之果實。梨果表皮黑變之果實數百分比(%)＝每一箱內果皮黑變梨果實數 / 每一箱梨果實總數 × 100%表示之。

梨果實表皮黑變面積百分比(%)，係以目測黑點或黑斑，占整個果皮面積之百分比來表示。係以大 8 粒規格雪梨果實，其直徑以 100 mm 爲平均基準。基準雪梨球形面積爲 $4\pi r^2$ ($4\times\pi\times50^2\ mm^2=1\times10^4\times\pi\times mm^2$)，即爲 10000 × π 毫米平方。因此，梨果實表皮黑變面積百分比(%)＝受測樣本雪梨果皮黑變面積 / 基準雪梨球形面積 × 100%表示之。據此，伍角硬幣面積約爲 3%、1 元硬幣面積約爲 4%、伍元硬幣面積約爲 5%、10 元硬幣面積約爲 7%。

另外爲了便於了解全部及每個果實，在前 14 週期間每 2 週表皮黑變嚴重程度及其變動情形，用果皮黑變面積百分比之大小作爲黑(褐)斑之指標，並且分爲七等級，分別爲小於 3%者爲 1，4~10%者爲 2，11~20%者爲 3，21~40%者爲 4，41~60%者爲 5，61~80%者爲 6，81~100%者爲 7。梨果實表皮黑(褐)斑指標之變動調查的果實樣本，與前述果皮黑變的果實數及黑變面積之百分比的樣本來源和數量是完全相同的。

三、貯藏溫度對‘新雪’梨果皮黑變以及果肉硬度與糖度之影響

將雪梨樣品貯藏於 1、5、9、13℃控溫室內 14 週，每一溫度處理三箱，計 12 箱 96 個果實。每隔 2 週，每一箱隨機取出 1 個果實，每一溫度處理三箱計 3 個果實。依上述方法調查其果皮黑變情形，並分析其果肉之硬度(firmness)和糖度(°Brix)。

硬度度量是以英國 Blackdown rural 公司之質地測定儀(TA-XT2 texture analyser)分析。其條件如下：(一)測試速度(Speed)：2.0mm/sec，(二)測試前速度(Pre test speed)：5.0 mm/sec，(三)測試後速度(Post test speed)：5.0 mm/sec，(四)測試距離(Distance)：15.0 mm，(五)探針

直徑(Plunger diameter)：5.0 mm。在果實之赤道部分每旋轉 120 度取對應三點，先削去約一元大小表皮，再以質地測定儀進行硬度值分析，將三個測定值平均代表該果實果肉之硬度。

糖度測量，是以日本 ATAGO PR101 數字型之糖度計(°Brix 0~30%)，以屈折率法進行分析。果實削去表皮及果心後，將果肉以果汁機打碎後，並且用濾網過濾，吸取果汁、再以糖度計分析，重複測度三次並將三個測定值平均代表該果實果肉之糖度。

結果與討論

一、貯藏溫度對‘新雪’梨果實腐爛率及失重率之影響

(一)腐爛率

梨山地區的雪梨果實收穫後，貯藏在低溫(1℃、5℃及 9℃)下 14 週，其腐爛率低，都在 4%以下，13℃者較高、達 17%(圖 1A)。結果與侯(2002)的報告類似，就腐爛率而言，雪梨爲耐貯藏品種，經過 3 個月低溫(5℃)貯藏，其腐爛率爲 3%。將貯藏期間增長爲 30 週，在低溫(1℃及 5℃) 下，其腐爛率仍低，都在 5%以下；貯藏在 9℃者，其腐爛率會明顯增加爲 13%；而貯藏在 13℃者，則大幅增至 35%以上(圖 1A)。單就腐爛率而言，若採收後雪梨貯藏期的目標爲 3 個月，則 1℃、5℃及 9℃低溫均可考慮，如果貯藏期目標爲 4 個月以上，則僅 1℃至 5℃之低溫可以考慮。採收後倉儲的雪梨果實，以低溫貯藏的效果不錯，不過隨著貯藏溫度及貯藏期間的增加，其腐爛率不斷地增加。

事實上，台灣的梨農或販賣者，常以低溫貯藏方式來延長梨果實之市場供應期。低溫可延遲果肉軟化，減少生理障礙、病害而延長貯藏壽命；幸水、豐水梨果實以 1℃、相對濕度 85~90%，可貯藏 2 個月，新興梨貯藏期可以更長(呂和李, 1996)。台灣砂梨果實經過貯藏腐爛之主要原因，爲梨黑星病、梨黑斑病、梨褐腐病、梨輪紋病、梨炭疽病及梨果蒂腐病等(黃, 1996；侯, 2002)。

(二)失重率

梨山地區的雪梨果實收穫後，貯藏在 1℃、5℃、9℃及 13℃下 14 週，1℃者失重 2%以內，5 及 9℃者都失重約 5%，而 13℃者失重達 12%。如果貯藏期延長爲 30 週，在 1℃者失重約 7%，5 及 9℃者均失重約 11%，而 13℃者失重高達 24%(圖 1B)。其貯藏溫度愈高，貯藏期間愈長，失重愈加明顯。採收後的雪梨果實，顯然不適合在 13℃下長期(3 個月以上)貯藏。

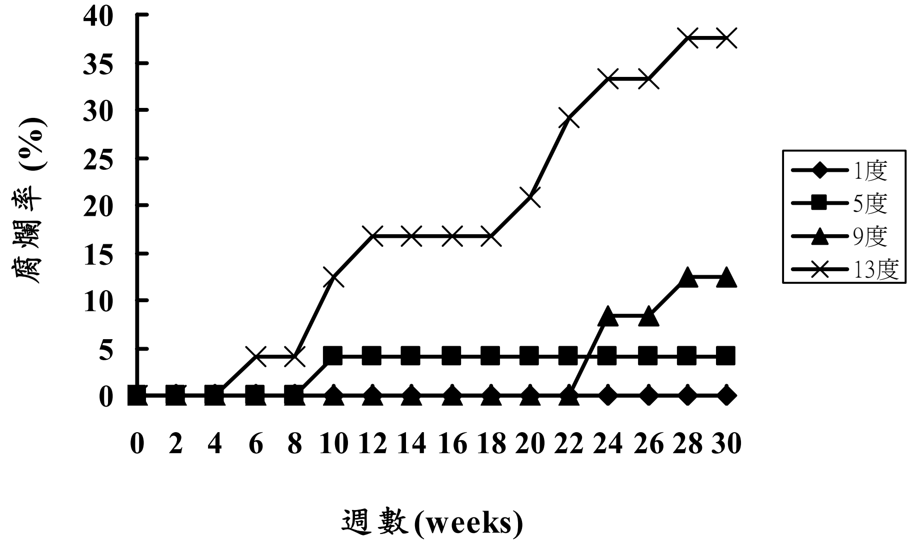
園產品採收後雖與母體分離，但仍是有生命的活生物體，繼續呼吸與蒸散作用等生理變化，直到一定時間後產品衰敗死亡爲止(劉, 1994；Wills et al., 1998)。呼吸作用消耗葡萄糖、有機酸及脂肪，產生能量及二氧化碳，而蒸散作用係產品水分以水蒸氣型態自生物體散失，兩者都會促使產品失重、衰敗及死亡(Kays and Paull, 2004；Wills et al., 1998)。大都的園產品採收後亦不能自空中濕氣吸收水分，所以園產品之水分失去後就難以復得(劉, 1994)。

水果類因爲蒸散作用失水，而使果皮皺縮或加速產品之劣變，影響外觀、品質及銷售價值。失水即失重，對稱斤兩出售的產品而言，失重對賣主或經銷商立即產生不利(劉, 1994)。其實核果類(stone fruits)如桃、李等，只要失水 5%以上，就會導致其果皮出現明顯的皺縮(Mitchell, 1992)，當然影響到消費者意願及其商品價格。要避免採收後果實失水，最主要的方法是採收後迅速預冷，並貯存在低溫及高濕的冷藏庫內(Mitchell, 1992)。

就雪梨果實失重情形與程度，和果皮黑變果實數百分比及黑斑面積作比較，在貯藏的 12 週期間，1℃者失重最少、而黑變果實數百分比及黑斑面積最多，5 及 9℃者失重次之、黑變果實數百分比及黑斑面積亦居中，而 13℃者失重最多，但是其黑變果實數百分比及黑斑面積卻是最少的(圖 1B、圖 2)。由此可知，果實的失重似乎與果皮的黑變斑塊發生，應無直接密切關係。Chio 氏等人(1995)報告也指出：`新高´梨果實經長期低溫貯藏會出現果皮

黑變徵狀(fruit skin blackening)，其中以使用聚乙烯塑膠袋(0.03mm)密封包裝者，其黑變率最高。聚乙烯塑膠袋(0.03mm)密封包裝者，其失水應最少，但果皮黑變率最高。

(A)



(B)

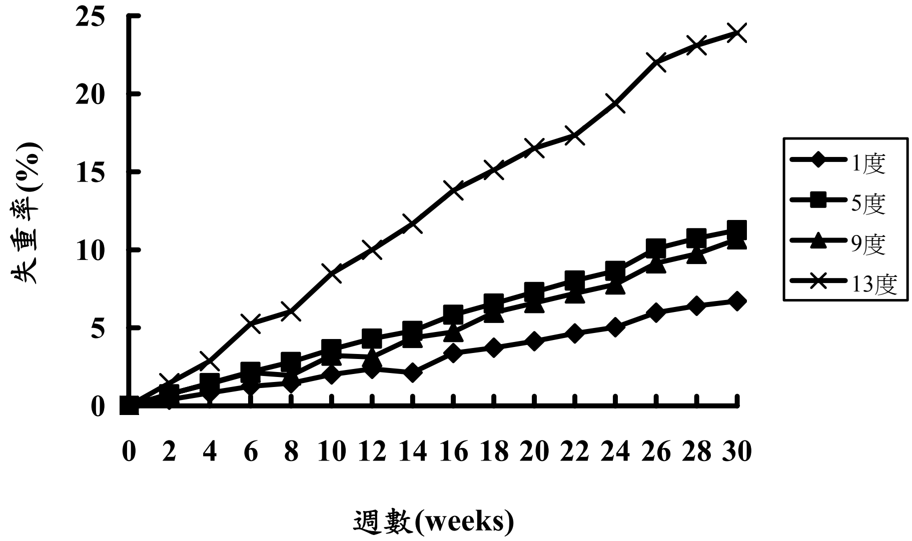


圖 1. 雪梨置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 30 週，(A)腐爛率(%)及(B)失重率(%)之變化。

馬場氏等人(1990)以聚乙烯塑膠袋(0.02~5mm)密封包裝及內加二氧化碳吸收劑，實證了日本國生產的晚生‘新雪’梨果，在 5℃低溫貯藏 3 個月時發生果皮黑變(black speck injury)生理障礙的肇因，為高濃度(＞1%)的二氧化碳；渠等並推論新雪梨是極不耐二氧化碳的梨果種類，貯藏時應注意避免二氧化碳的累積，而且應確實將之排除。梨山地區的雪梨，以聚乙烯塑膠袋(0.03mm)密封包裝會增加其果皮黑變率，高濃度(2%)的二氧化碳會促使雪梨果皮黑斑的發生，黑變率高達 95%(侯, 2002)。其實除了雪梨之外，對二氧化碳敏感而造成貯藏生理障礙的東方梨品種也不少，2%二氧化碳會加重‘橫山’梨因低溫(5℃)所導致的果肉褐化(李, 1988)，2%二氧化碳會促使貯藏在 10℃的‘橫山’梨果肉褐化(王, 1995)，而超過 1%

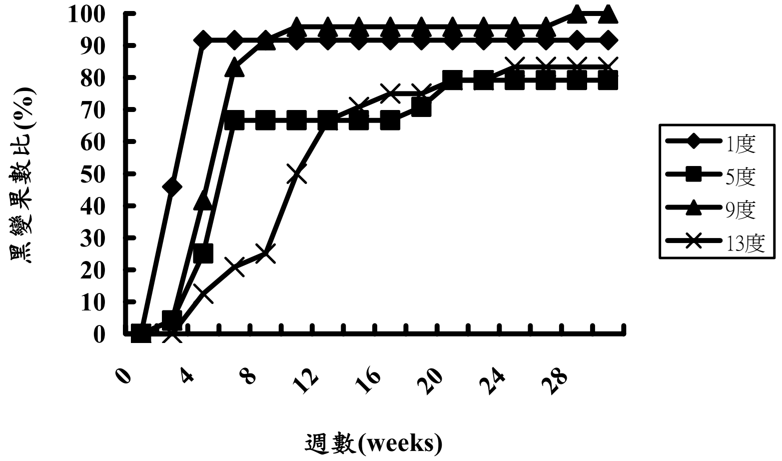
二氧化碳會誘發‘新高’梨表皮黑變(Yang, 1997)。

二、貯藏溫度對‘新雪’梨果皮黑變之影響

雪梨果實在採收後及貯藏之初，其果皮完全正常。但低溫(1、5 及 9℃)貯藏數 2 至 6 週後，果皮即呈現不規則形狀黑色斑點及區塊，中央色澤較深，果皮黑變面積會隨著低溫期間的延長而擴展增大(圖 3)。低溫(1、5 及 9℃)貯藏導致梨果表皮產生黑變斑塊的特徵，與王氏(1999)及侯氏(2002)的報告所陳述黑變特徵情形很相近，而且此結果應為低溫造成的生理障礙--寒害。不過侯氏的報告指出，此種果皮黑變之寒害徵狀只發生在 0~3℃，而 5℃以上之溫度並不會發生，則與本試驗結果，5℃及 9℃低溫貯藏 4 至 6 週後，果皮即明顯呈現不規則形狀黑色斑點及區塊的寒害徵狀(圖 2、圖 3)，並不相同。

通常，生理障礙是指植物生長發育或貯藏過程中，因為不良環境因子，如溫度太低、太高，或者營養要素缺乏如缺鈣等，所引起的組織崩解等現象，而非由病原菌感染或機械性傷害所導致的結果(劉, 1994；Wills et al., 1998)。一般來說能使熱帶性水果及蔬菜產生寒害的臨界溫度較高，10 到 13℃之間即可能產生寒害。能使溫帶性產品發生寒害的臨界溫度較低，大都低於 10 或 5℃，甚至有些產品要到 3℃以下才會發生寒害(劉, 1994)。

(A)



(B)

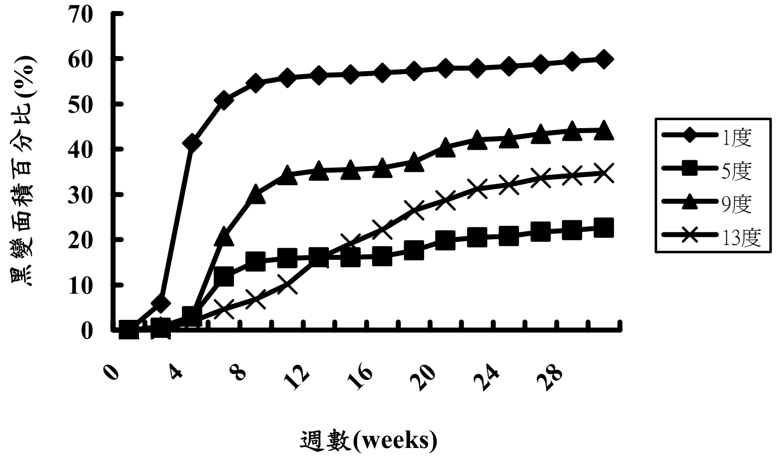


圖 2. 雪梨置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 30 週，(A)果皮黑變的果實數百分比(%)與(B)果皮黑變面積百分比(%)之變化。

貯藏於不同溫度 30 週後之雪梨果實表皮黑變的情形，以貯藏 1℃之果實最爲嚴重，黑變的顏色最深且面積最大；貯藏於 5℃及 9℃者也明顯發生。然而貯藏於 13℃的梨果，其果實表皮卻出現了淡褐色變斑點及斑塊，其特徵明顯不同於因低溫(1、5 及 9℃)貯藏導致梨果表皮產生黑變斑塊。雖然褐變的面積雖然很大，但顏色明顯較淺淡，而且果實已有脫水皺縮的現象(圖 3)。雖然褐斑明顯和黑斑不同，但是仍然異於正常果實，是否爲老化斑塊(senescence scald)而非寒害表皮燙傷黑斑，目前無法得知。

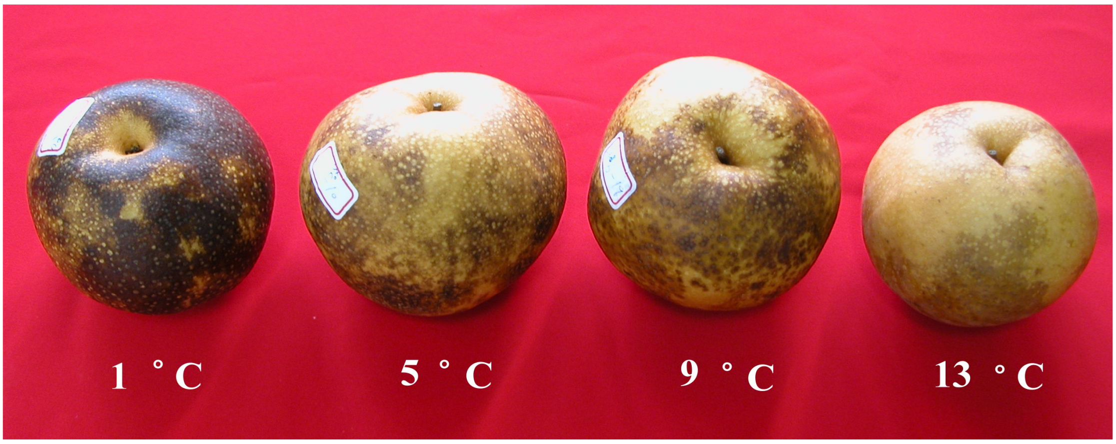


圖 3. 雪梨置於不同溫度 (1、5、9、13℃) 貯藏庫中 30 週，其果實表皮黑變情形。

(一)發生果皮黑變之果實數百分比

梨果貯藏在 1、5、9、13℃中 30 週，就梨果表皮黑變面積超過伍角硬幣大小(3%)的果實數百分比而言，以貯藏在 1℃者最爲明顯嚴重，5℃和 9℃次之，13℃者更少(圖 2A)。

1℃者其果皮黑變果實數目在第 2 週即高達 46%、第 4 週明顯增加至 92%，其後不發生果皮黑變者，直到 30 週也不再發生黑變，即其果皮黑變果實百分比達 92%後不再增加。此結果和王氏(1999)報告極爲相似：雪梨在 2℃中冷藏 2 週即會發生，且發生率即達到總發生率之一半以上；在 2 週後未發生黑變之果實在之後的貯藏期間會發生黑變的機會並不大；發生黑變之果實，隨貯藏時間增加，其黑斑數目會增多而且面積會增大。

貯藏於 5 及 9℃梨果，在第 2 週時二者之黑變果實百分比仍低於 5%，都是 4%。但是第 4 週時二者之黑變果實百分比明顯增加，均高於 10%，分別爲 25%及 42%。置 5℃者，第 6 週倍數增加到 67%暫停、至第 18 週稍增加爲 71%、第 20 週高達 79%後、即不再增加。而 9℃者也在第 6 週增加倍數以上到 83%、第 8 週稍增加爲 92%以後增加極少、第 10 週高達 96%後、暫不再增加，至第 28 週所有受測果實發生黑變，高達 100%。由此結果得知，貯藏於 9℃者其黑變程度比 5℃者更加嚴重(圖 2A)。

而貯藏於 13℃的梨果，在第 2 週時沒有果實發生黑變。而第 4 週果實表皮卻出現了淡褐色變斑點及斑塊，其特徵明顯不同於因低溫(1、5 及 9℃)貯藏導致梨果表皮產生黑變斑塊。發生淡褐色斑塊之果實數在第 4 週約 13%，第 6 週達 21%，第 8 週達 25%、第 10 週倍增爲 50%，之後隨著貯藏時間增長不斷緩慢增加，及至第 24 週 83%後、才不再增加。而貯藏於 13℃的梨果，除了果皮淡褐色變與黑變不同之外，其增加之模式和貯藏較低溫的 1℃、5℃及 9℃之黑變果數百分比，分別在第 4、12 及 10 週後，不再增加之情形，也並不相同(圖 2A)。

雖然侯氏(2002)的結果認爲：由於此果皮黑變只發生在 0~3℃低溫，5℃冷藏中之果實並未發生，故將果皮黑變視爲雪梨果實之寒害徵狀。不過在本試驗中，貯藏於 5 及 9℃梨果，4 至 6 週期間黑變果實數百分比大量增加，明顯地發生果皮黑變的寒害徵狀(圖 2A)。

(二)果皮之黑變面積百分比

梨果貯藏在 1、5、9、13℃中 30 週，就雪梨表皮黑變面積百分比變化而言，以貯藏在 1℃者最爲嚴重，5℃和 9℃次之，13℃者更少(圖 2B)。

貯藏在 1℃者，其果皮黑變在第 2 週即達 6%、第 4 週快速而明顯地增加至 41%、第 6 週緩慢增加而達 51%、而第 8 週增加更爲緩和達 55%，以後黑變面積增加的極少。貯藏於 5、9 及 13℃者，在第 2 週時三者之黑變面積均低於 1%。5℃者在第 4 週出現約 3%、第 6 週 12%、第 8 週達 15%、以後黑變面積增加不多。9℃者也在第 4 週出現 3%、第 6 週 21%、第 8 週達 30%、而在第 10 週達 34%後再緩緩地增加。13℃者第 4 週才開始出現近 2%的淡淡褐色斑塊，第 6 週才開始出現約 5%、第 8 週達 7%、第 10 週達 10%、第 12 週增加爲 16%、其後不斷緩慢增加、及至第 24 週時達 32%後才稍減緩增加(圖 2B)。

在 13℃的褐斑成長變化情形和 9℃的黑斑成長變化較爲相似，即隨著貯藏時間不斷緩慢增加，而和 1 及 5℃處於較低貯藏溫度的黑變面積，在第 8 週後即不再增加之情形並不相同(圖 2B)。另外值得注意的是，貯藏於 13℃的梨果，在第 4 週起即發生顏色極淡的褐斑，其褐斑面積，隨著貯藏期不斷地增長而緩和地增加。其褐斑色澤深淺，隨著貯藏期不斷地增長而不斷地加深。

就雪梨果實在低溫貯藏發生寒害徵狀—果皮黑變的嚴重程度而言，發生黑斑面積百分比之結果，和上述黑變果實數百分比結果極爲相似。在 1℃者最嚴重，5℃及 9℃次之，並且隨著低溫期間延長而更爲嚴重。

(三)雪梨果實於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，每 2 週果皮不同黑斑指數之果實數的變化。

雪梨果皮黑變程度，除上述黑變果實數百分比及黑變面積百分比之外，梨果在貯藏期間表皮發生黑斑不同面積大小(黑斑指數由 7 至 1)數量之多寡，應可反映全部受測樣本 96 個果實表皮黑變之嚴重程度及其變動的情形(圖 4、圖 5)。

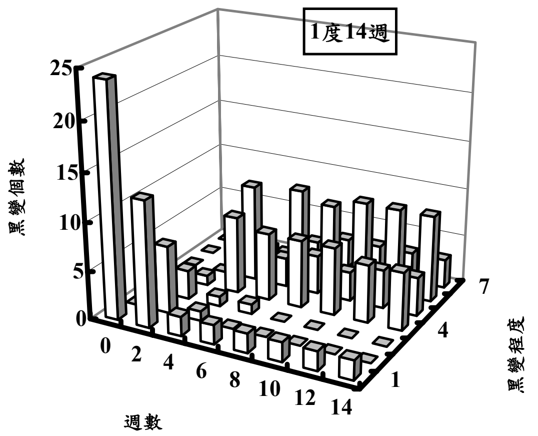
在 1℃下、貯藏 2 週所試驗樣品 24 個果實中，黑斑指數達 4 者 1 個(4%)，黑斑指數 3 者 3 個(13%)，黑斑指數 2 有 7 個(29%)，黑斑指數 1 者 13 個(54%)，其中黑斑指數在 2 以下者 20 個佔了 83%。隨著冷藏期間增長，黑變程度加重，黑斑面積快速增大。在貯藏 4 週後，黑斑指數高達 6 者 2 個(8%)，黑斑指數達 5 者 10 個(42%)，黑斑指數 4 者 8 個(33%)，其中黑斑指數超過 4 者 20 個佔了 83%，果皮黑變程度很嚴重。貯藏 6 週，梨果黑斑指數高達 7 者 2 個(8%)，黑斑指數達 6 者 9 個(38%)，黑斑指數達 5 者 3 個(12%)，黑斑指數約 4 者 7 個(29%)，其中黑斑指數超過 4 者 21 個佔了 88%，而黑斑指數超過 5 者 14 個、就佔了 58%，黑變程度更加嚴重(圖 4A)。顯然果實黑斑面積，會隨著低溫冷藏時間增加而擴增。和王氏(1999)及侯氏(2002)的報告結果很相近。

雖然在前 6 週，果實黑斑面積會隨著低溫冷藏時間增加而明顯擴增。不過在 1℃下的第 6 週到第 8 週期間，果皮黑斑面積增加驟減，其中黑斑指數超過 4 者 22 個只增加 1 個、約佔了 92%只增加 4%，黑斑指數超過 5 者 15 個也只增加 1 個、約佔了 63%只增加了 5%，而黑斑指數超過 6 者 11 個、約佔 46%，並未有所增加。而第 8 至 14 週期間，果皮各個黑斑指數均幾乎不再增加(圖 4A)。

如果以每 2 週果皮不同黑斑指數之果實數的變化模式作比較，雪梨果實置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，和 1℃變化最相近者是 9℃，而不是 5℃(圖 4、圖 5)。在 9℃下 2 週，黑斑指數 2 者只有 1 個(4%)，黑斑指數在 1 者有 23 個(96%)，黑變情形並不明顯。貯藏 4 週後，所試驗樣品 24 個果實中，黑斑指數達 2 者有 10 個(42%)，黑斑指數 1 者有 14 個(58%)，黑變情形仍不明顯。但是隨著冷藏期間增長，貯藏 6 週，黑變程度加重，黑斑面積快速增大，黑斑指數達 5 者 1 個(4%)，黑斑指數 4 者 10 個(42%)，黑斑指數 3 者 4 個(17%)，

黑斑指數 2 有 5 個(21%)，其中黑斑指數超過 3 者 15 個佔了 63%。貯藏 8 週，黑斑指數達 5 者 6 個(25%)，黑斑指數達 4 者 12 個(50%)，黑斑指數達 3 者 3 個(12%)。其中黑斑指數超過 3 者 21 個佔 87%，增加 6 個(14%)，黑斑指數超過 4 者 18 個佔 75%，增加 7 個(29%)，黑變程度更加嚴重(圖 5A)。顯然在 9℃下梨果之黑斑面積，也會隨著低溫冷藏時間增加而擴增，只是果皮黑變徵狀，在時間上及程度上不如 1℃快速及嚴重而已。此結果與侯氏(2002)的報告，梨果表皮黑變只發生在 0~3℃，5℃以上之溫度並未發生，並不相同。不過在 9℃下、10 週後，果皮黑斑指數變化增加速度驟減，其中黑斑指數超過 3 者佔 87%，超過 4 者佔 75%，二者都未增加，僅黑斑指數超過 5 者 8 個增加 2 個、佔 33%約增加了 8%。而第 10 至 14 週期間，各果實黑斑指數則幾乎不再增加。(圖 5A)。

(A)



(B)

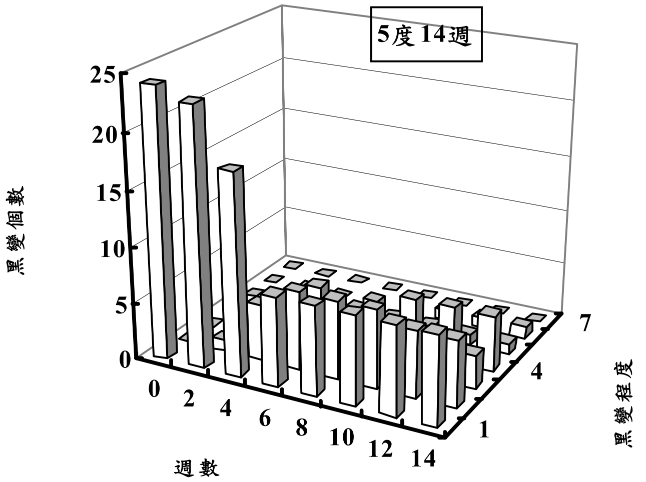


圖 4. 雪梨置於(A) 1℃及(B) 5℃貯藏庫中 14 週，每 2 週其果皮不同黑斑指數之果實數的變化。

如果以每 2 週果皮不同黑斑指數之果實數的變化模式作比較，雪梨果實於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，是以 5℃的結果相對較好(圖 4B)。在 5℃下貯藏 2 週，黑斑指數 2 以上者只有 1 個(4%)，黑斑指數在 1 以下者有 23 個(96%)，黑變情形並不明顯。貯藏 4 週後，所試驗樣品 24 個果實中，黑斑指數達 4 者有 1 個(4%)，黑斑指數 2 者有 5 個(21%)，黑斑指數 1 者 18 個(75%)，黑變情形並不如 1 及 9℃明顯。隨著冷藏期間增長，類似 9℃一般；

在 5℃貯藏庫內 6 週，黑變之變化較大，黑變程度加重，黑斑面積增大，黑斑指數達 5 者 1 個(4%)，黑斑指數 4 者 2 個(8%)，黑斑指數 3 者 6 個(25%)，黑斑指數 2 者 7 個(29%)，黑斑指數在 1 者 8 個(33%)。其中黑斑指數超過 3 者 9 個約占 38%，比 9℃的 15 個約占 63%爲低。顯然在 5℃梨果黑斑面積，雖也會隨著低溫冷藏時間增加而擴增，只是果皮黑變徵狀之嚴重程度上不如 1 及 9℃。至於 8 週後間，果皮黑斑面積之增加速度驟減，其中黑斑指數超過 3 者 9 個、約占 38%，並未有所增加。8 週以後至 14 週期間，各果實黑斑面積之變化，則幾乎不再增加與減少(圖 4B)。值得注意的是，侯氏(2002)在雪梨連續二年的低溫貯藏試驗結果，梨果表皮黑變只發生在 0~3℃，而 5℃以上之溫度並未發生。相同是梨山地區的雪梨果實，有不同的結果，其造成原因是由於不同的果農、不同的年度，還是不同的採收成熟度所導致的，不得而知，尚待進一步的研討。

在 13℃下 2 週，所試驗樣品 24 個果實中，沒有任何果實表皮有黑斑出現。但是隨著冷藏期間增長，在貯藏 2 到 8 週期間，黑變程度增加的很少，黑斑面積緩緩地增大。第 8 週後，黑斑指數達 5 者 1 個(4%)，黑斑指數 4 者 2 個(8%)，黑斑指數 2 有 3 個(13%)，其中黑斑指數超過 3 者 3 個、僅占了 12%。貯藏 10 週，果皮黑變的程度突然加劇，黑斑面積增大加快。黑斑指數達 5 者 1 個(4%)，黑斑指數達 4 者 3 個(13%)，黑斑指數達 3 者 2 個(8%)，黑斑指數 2 者有 6 個(25%)。其中黑斑指數超過 3 者 6 個(25%)增加了 3 個(12%)，黑變程度在這 2 週之間有了明顯增加趨勢(圖 5B)。不過在 13℃下的第 10 至 14 週期間，隨著冷藏期間增長，黑變程度仍然緩慢地加重，黑斑面積也緩步地增大，和在 1、5、9℃貯藏者其黑斑面積幾乎不再增加的情形大不相同(圖 4，圖 5)。

其實雪梨果皮在 13℃下，產生的淡褐色斑點(塊)，明顯和更低溫度貯藏後所產生的黑褐斑點(塊)不同，但是仍然異於正常果實。此淡褐色斑點與斑塊是否爲老化斑塊，而非寒害表皮燙傷黑變斑塊。抑或是黃姓果農大量採收雪梨後(12 月 16 日至 19 日)，在尚未運送至宜蘭大學前(12 月 20 日)，先置放在簡易鐵皮屋工寮內二或三天期間，受到 2 至 8℃低溫的寒害誘導之後，再置於 13℃貯藏庫回溫後，而緩緩出現相對較輕微的寒害徵狀。其確實肇因，則有待進一步探究。

(A) (B)

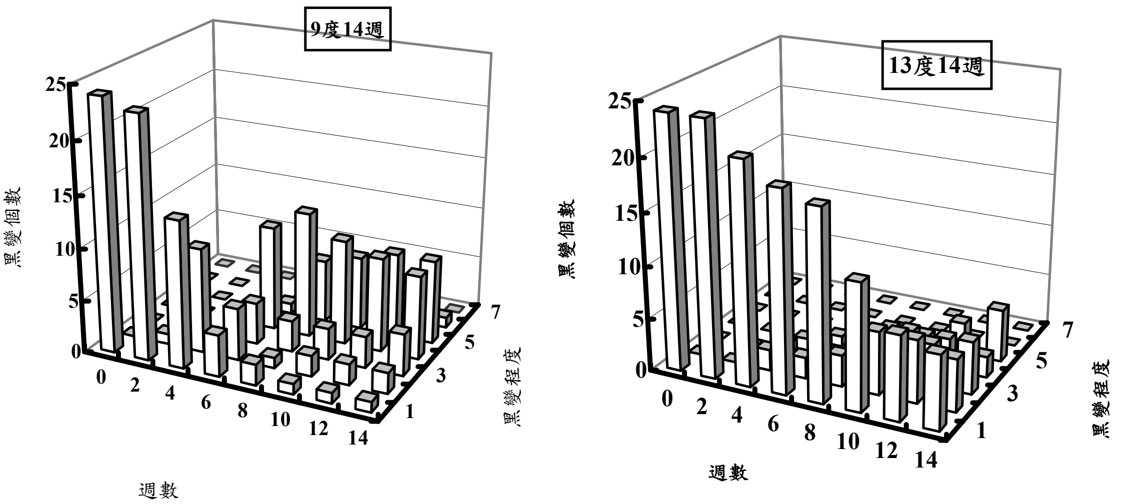
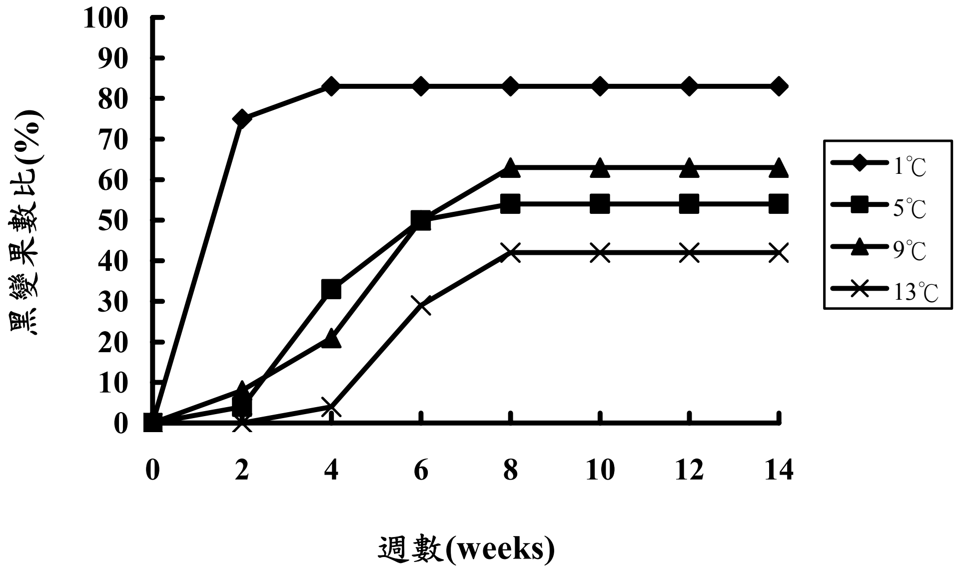


圖 5. 雪梨置於(A) 9℃及(B) 13℃貯藏庫中 14 週，每 2 週其果皮不同黑斑指數之果實數的變化。

三、貯藏溫度對‘新雪’梨果皮黑變以及果肉硬度與糖度之影響

這組試驗是將貯藏在 1、5、9、13℃為期 14 週的梨果，每 2 週以逢機取樣方式調查黑變情形，及經破壞性來測量其硬度及糖度之變化。梨果表皮黑變之情形及模式，和前述連續性調查不同貯藏溫度(1、5、9、13℃)對‘新雪’梨果皮黑變之影響的結果頗為相似(圖 2，圖 6)。不論在黑變果實數百分比及黑變面積百分比上，都沒有大的差異存在。在各溫度之貯藏期間果皮的黑變，仍然以 1℃最嚴重，5 及 9℃次之，13℃再次之(圖 6)。

(A)



(B)

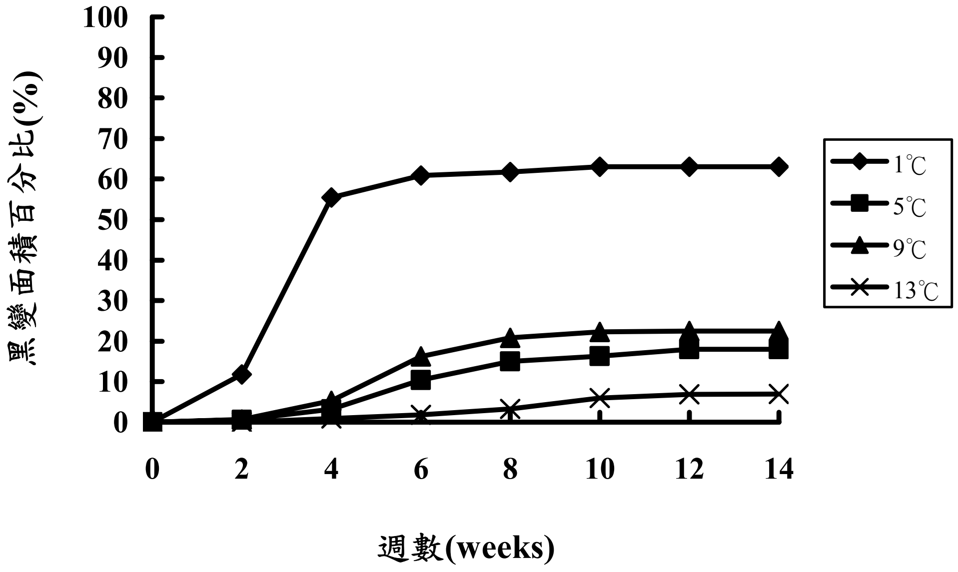


圖 6. 雪梨果實置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，(A)果皮黑變果實數百分比(%)與(B)果皮黑變面積百分比(%)之變化。

對於某些水果而言，質地變軟可以增進品質，如西洋梨和水蜜桃等，但是對於另外一些水果而言，質地變軟會降低其品質，如蘋果、梨、桃等在果實成熟和完熟期間均會發生硬度下降、不溶性原果膠(protopectin)減少，及可溶性果膠物質如果膠或果膠酸(pectinic acid)增加之趨勢(劉, 1994；Wills et al., 1998)。‘鴨梨’果實在貯藏期間其果肉硬度的下降程度，和其果肉內含的細胞壁多醣(cell-wall polysaccharides)分解酵素活性之高低有關(Ning et al., 1997)。通常，亞洲梨在採收及貯藏後，其果實之質地(texture)並不會明顯地改變(Mitcham and Mitchell, 2002)。同時，它採收時即可食用，果肉脆而多汁甜美，不用像西洋梨，需經過後熟之後、變軟才食用(Mitchell, 1992)。所以，果肉糖度或硬度之高低，成爲東方梨品質良好與否的主要指標之一。

在美國華盛頓州種植各個品種的亞洲梨，採收後果實的硬度會隨著冷藏時間的增加而降低，也造成果實品質的下降(Larsen et al., 1993)。雖然，侯氏(2002)的報告指出，雪梨果實(PE 袋包裝)經低溫(1~2℃)長期貯藏 6.5 個月，其硬度並未隨著貯藏時間增加而顯著減少。不過，本試驗貯藏在 1、5、9、13℃的雪梨果實，在這 14 週期間(2、4、6、8、10、12、14 週)果肉品質之硬度，隨著貯藏期間之增加而逐漸遞減。以 5℃爲例，由每平方公分約 1350 公克轉變爲約 1000 公克。並且果肉之硬度隨也著貯藏溫度之提高，而降低更多、果肉變得更軟(圖 7A)。同爲梨山雪梨，但兩者有明顯之差異，是否與前者以 PE 袋單果包裝置果盤成箱，失水極少(1%)，而後者係裸果裝置果盤成箱，失水較高(＞3%)(圖 1B)所導致。抑或由於是不同年份產品或不同果農生產所致，仍待探究闡明。

園產品大多含有糖分，而且糖分的種類及含量多少，常爲決定品質之重要因素(劉, 1994)。一般蔬菜及水果中所含的糖類，包括了蔗糖、葡萄糖及果糖等，其最主要的(predominant)糖類因作物種類不同而異；梨果的糖含量約爲鮮重的 10%，而且是以果糖爲最主要的糖類，約爲糖含量的 70% (Wills, 1998)。雪梨貯藏期間果實的總可溶性固形物(°Brix)含量變化不大，低溫(1℃)貯藏 3 個月後，其可溶性固形物約 13~14 °Brix 左右，貯藏 6.5 個月後可維持 12~13 °Brix，約下降 1 °Brix(侯, 2002)。本試驗也有相似的結果。果肉的糖度變化，在這 14 週期間差異並不明顯劇烈，大都維持約在 14 到 13 °Brix 之間。不過仔細觀察，糖度從最高 13.8 °Brix 轉變爲最低的 12.8 °Brix，似乎有隨著貯藏期間(2、4、6、8、10、12、14 週)之增加而有逐漸遞減現象，而且經過 14 週下降約 1 °Brix 左右。同一個時期，果肉之糖度變化，也隨著貯藏溫度(1、5、9、13℃)之提高，而有依序降低之趨勢(圖 7B)。

(A) (B)

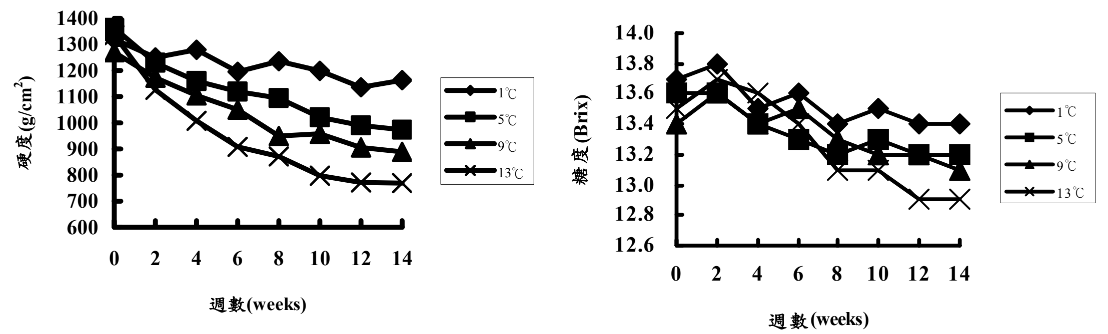


圖 7. 雪梨置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，其果肉(A)硬度與(B)糖度之變化。

誌　謝

本研究承蒙農委會連忠勇技正、農糧署黃碧海技正提供寶貴意見、本校石正中教授慨借儀器，羅世邦同學協助試驗進行，謹此致謝。

參考文獻

1.王自存。1995。橫山梨之貯藏特性與貯藏條件之研究。園產品採收後處理與運銷技術研討會專刊。 85~95 頁。台灣省農業試驗所。台中霧峰。

2.王自存。1999。雪梨果實在低溫儲藏過程中果皮之黑色病變。國立台灣大學園藝學系園產品處理研究室研究報告。17 頁。

3.朱長志。1966。第八輯園藝作物 第一篇 果樹。第三十章　梨 p. 453-470。

4.李信芳。1980。梨。台灣農家要覽(上) p. 803-815。台北豐年社。

5.李美蘭,. 1988. 橫山梨果實採收後生理及低溫障礙. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文 82 頁。

6.呂明雄、李堂察。1996。寄接梨果實採收與貯藏。降低寄接梨生產成本推廣手冊。 p. 55~57. 台灣省政府農林廳。

7.林嘉興、廖萬正、林信山、張林仁。1991。梨栽培之回顧與展望。台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊 p. 379~396。

8.黃振文。1996。梨樹之主要病害及其防治。降低寄接梨生產成本推廣手冊。 p. 64~76。台灣省政府農林廳。

9.侯惠茹。2002。砂梨之低溫貯藏與生理障礙之研究。國立台灣大學園藝研究所碩士論文。122 頁。

10. Baba, N., A. Tsuru, T. Ibaraki, and T. Hirano. 1990. Preventing black speck injury of late maturing Japanese pear (1) The cause of black speck injury of Japanese pear ‘Shinsetsu’ and the storage condition for preventing the injury. Bull. Fukuoka. Agric. Res. Cent. B-10: 77-80. (In Japanese; English abstract)

11.Chio, S. J., Y. P. Hong, and Y. B. Kim. 1995. Pre-storage treatment to prevent fruit skin blackening during cold storage of Japanese pear ‘Singo’ (‘Nittaka’). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36: 218-223.

12. Ingle, M. 2002. Physiology and biochemistry of superficial scald of apples and pears. Hort. Rev. 27: 227-267.

13. Kays, S. J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. Van Nostrand Reinhold, New York. 532pp.

14.Kays, S. J. and R. E. Paull. 2004. Postharvest biology. Exon Press. Athens, GA. 567pp.

15.Larsen, F. E., S. S. Higgins, M. E. Patterson, V. K. Jandhyala, and W. Nichols. 1993. Quality, maturity, and storage of Asian pears grown in central Washington. J. Prod. Agric. 6(2): 247-251.

16. Mitcham, E. J. and F. G. Mitchell. 2002. Postharvest handling systems: Pome fruits. P.333-344. In：A.A. Kader. (Technical Editor). Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd ed. Univ. of Calif., Div. of Agric. & Nat. Resources, Publication#3311.

17. Mitchell, F. G. 1992. Postharvest handling systems：Temperate Zone Tree Fruits (Pome Fruits and Stone Fruits) P.215-221. In: A. A. Kader. (Technical Editor). Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2nd ed. Univ. of Calif., Div. of Agric. & Nat. Resources, Publication#3311.

18.Ning, B., Y. Kubo, A. Inaba, and R. Nakmura. 1997. Softening characteristics of Chinese pear ‘Yali’ fruit with special relation to changes in cell-wall polysaccharides and their degrading

enzymes. Sci. Rep. Fac. Agri. 86: 71-78.
19.Yang, Y. J. 1997. Effect of controlled atmospheres on storage life ‘Niitaka’ pear fruit. J. Kor. Hort. Soc. Hort. Sci. 38:734-738.

Effect of Storage Temperature on Skin Blackening and Flesh Quality in Harvested Fruit of Japanese Pear 'Shinsetsu' (*Pyrus pyrifolia* Nak.var. Shinsetsu)

Chun-Teh Kuo[1], Jinn-Chin Yiu[1], and Chih-Sheng Chang[2]

[1]Associate Professor (corresponding author) and Assistant Professor, respectively, Dept. of Horticulture, National Ilan University.

[2]Associate Horticulturist and Chief of Crop Improvement Section, TDARES, Council of Agriculture, Executive Yuan.

Summary

The goal of this research was to investigate the effects of storage temperature on flesh quality and skin blackening in harvested fruits of Japanese pear 'Shinsetsu' produced in central Taiwan. After stored at 1, 5, 9, and 15 ℃ for 30 weeks, the percent of rotting ant weight loss in sampling fruits were both increased when refrigerating temperature decreased. The percent of rotting and weight loss of fruits stored at 1℃ were below 5% and 7%, respectively. It was suggested the shelf-life duration of post-harvest pear could be maintained for up to 30 weeks at low temperature (1-5℃). However, fruit skin blackening disorder (like superficial scald) development at the epidermal tissue was observed after 2, 4, and 6 weeks storage at 1, 5, and 9℃, and was heavily reduced commercial value. This physiological disorder was only occurred at skin region, the flesh tissue was remained normal throughout storage period. It was found when storage temperature decrease, the fruit skin blackening scald development could extend to a greater extent. It could be concluded that the fruit skin blackening of postharvest pear was a physiological disorder, chilling injury induced by low temperature. The more weight loss the less skin blackening scald was found when stored at 1 and 5 ℃. It was also observed that the percent of weight loss had no direct effect on the scald development in epidermal tissues of fruits. The firmness and total soluble solids content of flesh in harvested fruits were both slowly decreased, as storage temperature increased and storage duration extended to 14 weeks.

key words: fruit skin blackening, superficial scald, physiological disorder, chilling injury, Japanese pear, 'Shinsetsu' pear, fruit quality, storage temperature